

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математические пакеты и их применение в компьютерном
моделировании**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко О.В.
	Идентификатор	Rcf7e35b2-ShevchenkoOV-d0331b9

(подпись)

О.В.

Шевченко

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

(подпись)

М.Ф.

Черепова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен разрабатывать и исследовать математические модели естествознания и технологий, а также осуществлять их компьютерную реализацию

ИД-2 Выбирает современные инструментальные средства и технологии для реализации информационных и математических моделей

ИД-5 Применяет математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач

ИД-7 Проводит компьютерное моделирование прикладных задач и анализирует его результаты

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MathCAD (Лабораторная работа)
2. Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MATLAB (Лабораторная работа)
3. Компьютерное моделирование задач теории управления с помощью MATLAB - Simulink (Лабораторная работа)
4. Компьютерное моделирование прикладных задач газовой динамики в средах ANSYS и ELCUT (Лабораторная работа)
5. Численное решение задач математической физики и математической химии на основе современных математических библиотек (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	6	9	12	16
Современные математические пакеты. Компьютерное моделирование инженерных и естественнонаучных задач с помощью математических пакетов						
Современные математические пакеты. Компьютерное моделирование инженерных и естественнонаучных задач с помощью математических пакетов	+	+				
Пакет MATLAB и его расширения. Сравнение возможностей пакетов MATLAB и MathCAD						
Пакет MATLAB и его расширения. Сравнение возможностей пакетов MATLAB и MathCAD	+	+	+			

Пакеты Mathematica и Maple					
Пакеты Mathematica и Maple			+		+
Пакет ANSYS и его аналоги					
Пакет ANSYS и его аналоги				+	
Современные математические библиотеки. Компьютерное моделирование инженерных и естественнонаучных задач с помощью математических библиотек					
Современные математические библиотеки. Компьютерное моделирование инженерных и естественнонаучных задач с помощью математических библиотек					+
Вес КМ:	10	20	20	20	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает современные инструментальные средства и технологии для реализации информационных и математических моделей	Знать: принципы выбора современных инструментальных средств и технологий для реализации информационных и математических моделей Уметь: выбирать современные математические пакеты для реализации математических моделей прикладных задач	Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MathCAD (Лабораторная работа) Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MATLAB (Лабораторная работа)
ПК-1	ИД-5 _{ПК-1} Применяет математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач	Знать: номенклатуру и условия применимости математических методов исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач Уметь: применять математические методы исследования и	Численное решение задач математической физики и математической химии на основе современных математических библиотек (Лабораторная работа)

		компьютерного моделирования для решения задач математической физики, математической химии, газовой динамики и анализировать его результаты	
ПК-1	ИД-7 _{ПК-1} Проводит компьютерное моделирование прикладных задач и анализирует результаты его	Знать: принципы и протоколы проведения компьютерного моделирования прикладных задач и анализа его результатов Уметь: проводить компьютерное моделирование задач газовой динамики, математической физики и математической химии и анализировать его результаты	Компьютерное моделирование задач теории управления с помощью MATLAB - Simulink (Лабораторная работа) Компьютерное моделирование прикладных задач газовой динамики в средах ANSYS и ELCUT (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MathCAD

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы. Демонстрация работающей программы, ответы на вопросы преподавателя по теме работы.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку знания принципов выбора современных инструментальных средств и технологий для реализации информационных и математических моделей.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы выбора современных инструментальных средств и технологий для реализации информационных и математических моделей	1. Описание основных возможностей среды MathCAD. 2. Особенности применения среды MathCAD для решения задач математической физики и математической химии. Математические функции среды. 3. Особенности применения среды MathCAD для решения задач математической физики и математической химии. Графические функции среды.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает полностью корректно. На все вопросы получен полный и правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном корректно (возможны небольшие ошибки не принципиального характера). На 2 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном некорректно (допущены ошибки принципиального характера). На 1 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

КМ-2. Компьютерное моделирование задач математической физики и математической химии в среде MATLAB

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы. Демонстрация работающей программы, ответы на вопросы преподавателя по теме работы.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку умения выбирать современные математические библиотеки и пакеты для реализации прикладных математических задач

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать современные математические пакеты для реализации математических моделей прикладных задач	1. Написать в среде MATLAB программу реализации умножения матриц $A (n \times m)$ и $B (m \times r)$ для произвольных n, m, r . 2. Реализовать в среде MATLAB метод 3-диагональной прогонки для СЛАУ $Ax = b$ произвольной большой размерности n . На базе данной реализации написать программу решения краевой задачи колебания струны. 3. Визуализировать в среде MATLAB график заданной двумерной функции $f(x, y)$.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Все программы работают корректно для всех предложенных наборов значений входных параметров. Выбор функций среды MATLAB (или внешних библиотек, совместимых с MATLAB) сделан студентом обоснованно.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: 2 из 3 программ работают корректно для почти всех предложенных наборов значений n и m . Выбор функций среды MATLAB (или внешних библиотек, совместимых с MATLAB) сделан студентом в основном обоснованно.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 1 из 3 программ работают корректно для почти всех предложенных наборов значений n и m . Выбор функций среды MATLAB (или внешних библиотек, совместимых с MATLAB) сделан студентом без обоснований.

КМ-3. Компьютерное моделирование задач теории управления с помощью MATLAB - Simulink

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы. Демонстрация работающей программы, ответы на вопросы преподавателя по теме работы.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку знания принципов и протоколов проведения компьютерного моделирования прикладных задач.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы и протоколы проведения компьютерного моделирования прикладных задач и анализа его результатов	1.Описание основных возможностей среды MATLAB-Simulink. 2.Принципы построения моделей в среде MATLAB-Simulink. 3.Основные средства построения и анализа моделей в среде MATLAB-Simulink.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает полностью корректно. На все вопросы получен полный и правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном корректно (возможны небольшие ошибки не принципиального характера). На 2 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном некорректно (допущены ошибки принципиального характера). На 1 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

КМ-4. Компьютерное моделирование прикладных задач газовой динамики в средах ANSYS и ELCUT

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы. Демонстрация работающей программы, ответы на вопросы преподавателя по теме работы.

Краткое содержание задания:

Лабораторные работы ориентированы на проверку умения проводить компьютерное моделирование задач газовой динамики, математической физики и математической химии и анализировать его результаты.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить компьютерное моделирование задач газовой динамики, математической физики и математической химии и анализировать его результаты	1.Реализовать методы решения линейной стационарной и линейной нестационарной теплопередачи в среде ELCUT. 2.Реализовать метод твердотельного моделирования простого трехмерного тела в среде ANSYS 3.Реализовать моделирование ламинарного течения жидкости в изогнутом канале в среде ANSYS
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Все программы работают корректно для всех предложенных наборов значений входных параметров. Анализ результатов работы программ корректен. Выбор функций сред ANSYS (ELCUT) сделан студентом обоснованно.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Все программы работают корректно для почти всех предложенных наборов значений входных параметров. Анализ результатов работы программ в целом корректен (возможны не принципиальные ошибки). Выбор функций сред ANSYS (ELCUT) сделан студентом в основном обоснованно.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: 1 из 2 программ работают корректно для почти всех предложенных наборов значений входных параметров. Анализ результатов работы программ в целом корректен (возможны не принципиальные ошибки). Выбор функций сред ANSYS (ELCUT) сделан студентом частично обоснованно.

КМ-5. Численное решение задач математической физики и математической химии на основе современных математических библиотек

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы. Демонстрация работающей программы, ответы на вопросы преподавателя по теме работы.

Краткое содержание задания:

Лабораторные работы ориентирована на проверку знания номенклатуры и условий применимости математических методов исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач, а также на проверку умения применять математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения задач математической физики, математической химии, газовой динамики и анализировать его результаты.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: номенклатуру и условия применимости математических методов исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач	1.Перечислить современные библиотеки для матричных вычислений (2-5 наименований), являющиеся кроссплатформенными. Сформулировать возможности и границы их применения.
---	--

	2.Перечислить современные библиотеки для матричных вычислений (2-5 наименований) для ОС Windows. Сформулировать возможности и границы их применения 3.Описать тенденции современного развития математических пакетов и библиотек (основные направления развития, прикладные области применения).
Уметь: применять математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения задач математической физики, математической химии, газовой динамики и анализировать его результаты	1.Реализовать метод решения стационарной задачи теплопроводности в области заданной геометрии на основе современных математических библиотек. 2.Реализовать метод решения задачи газовой динамики на основе современных математических библиотек. 3.Реализовать метод решения задачи математической химии на основе современных математических библиотек.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает полностью корректно. На все вопросы получен полный и правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном корректно (возможны небольшие ошибки не принципиального характера). На 2 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Разработанная программа работает в основном некорректно (допущены ошибки принципиального характера). На 1 из 3 вопросов получен полный и, в основном, правильный ответ студента (возможны неточности в не принципиальных моментах).

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Выбирает современные инструментальные средства и технологии для реализации информационных и математических моделей

Вопросы, задания

1. Описание основных возможностей среды MathCAD.
2. Особенности применения среды MathCAD для решения задач математической физики и математической химии. Математические функции среды.
3. Особенности применения среды MathCAD для решения задач математической физики и математической химии. Графические функции среды.
4. Реализовать в среде MATLAB метод 3-диагональной прогонки для СЛАУ $Ax = b$ произвольной большой размерности n . На базе данной реализации написать программу решения краевой задачи колебания струны.
5. Визуализировать в среде MATLAB график заданной двумерной функции $f(x, y)$.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какая функция используется в MathCAD для вычисления ранга матрицы A ?
Ответы:
а) $\text{rank}(A)$ б) $\text{rang}(A)$ в) $\text{ранг}(A)$
Верный ответ: а)
2. Что в среде MATLAB означает команда A' ?
Ответы:
а) комплексное сопряжение матрицы A ;
б) транспонирование матрицы A ;
в) транспонирование и комплексное сопряжение матрицы A
Верный ответ: б)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-1} Применяет математические методы исследования и компьютерного моделирования для решения прикладных задач

Вопросы, задания

1. Перечислить современные библиотеки для матричных вычислений (2-5 наименований), являющиеся кроссплатформенными. Сформулировать возможности и границы их применения.
2. Реализовать численный метод решения задачи математической физики (математической химии) на основе современных математических библиотек.
3. Перечислить современные библиотеки для матричных вычислений (2-5 наименований) для ОС Windows. Сформулировать возможности и границы их применения
4. Описать тенденции современного развития математических пакетов и библиотек (основные направления развития, прикладные области применения).

- 5.Реализовать метод решения задачи газовой динамики на основе современных математических библиотек.
- 6.Реализовать метод решения стационарной задачи теплопроводности в области заданной геометрии на основе современных математических библиотек.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.В современных математических библиотеках функции, ориентированные на эффективные матричные вычисления, работают с большими размерностями вплоть до порядка:

Ответы:

- а) до 10^9 для плотных и до 10^{12} для разреженных;
- б) размерность примерно одинакова для обоих типов матриц, примерно 10^6 ;
- в) до 10^5 для плотных матриц, до 10^7 для разреженных.

Верный ответ: в)

2.Какой из перечисленных вариантов современных математических библиотек, рассмотренных в данном курсе, специализируется на решении систем с разреженными матрицами на языке C/C++?

Ответы:

- а) hypre, SuperLU, Eigen
- б) MFEM
- в) mlpack

Верный ответ: А)

3.Какая из современных математических библиотек, рассмотренных в данном курсе, специализируется на моделировании систем машинного обучения на языке C/C++?

Ответы:

- а) hypre, SuperLU, Eigen
- б) MFEM
- в) mlpack

Верный ответ: В)

4.Каков примерный порядок максимальной производительности современных математических библиотек при работе с матрицами размерности около 10000 (с учётом и без учёта сопроцессора)?

Ответы:

- А) 300 и 600 ГФлопс , соответственно
- Б) 100 и 200 ГФлопс, соответственно
- В) 20 и 40 ГФлопс, соответственно

Верный ответ: А)

5.Какая / какие из современных математических библиотек не могут быть рекомендованы для решения прикладных задач газовой динамики?

Ответы:

- А) IntelMKM
- Б) mlpack
- В) MFEM

Верный ответ: Б)

6.Можно ли применять совместно современные математические пакеты и библиотеки?

Ответы:

- А) да, такие примеры есть
- Б) нет, это сопряжение неэффективно
- В) примеры такого использования не проработаны в настоящее время

Верный ответ: А)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-7_{ПК-1} Проводит компьютерное моделирование прикладных задач и анализирует его результаты

Вопросы, задания

1. Основные средства построения и анализа моделей в среде MATLAB-Simulink.
2. Реализовать метод построения простой твердотельной модели в среде ANSYS (ELCUT)
3. Принципы построения моделей в среде MATLAB-Simulink.
4. Описание основных возможностей среды MATLAB-Simulink.
5. Реализовать методы решения линейной стационарной и линейной нестационарной теплопередачи в среде ELCUT.
6. Реализовать моделирование ламинарного течения жидкости в изогнутом канале в среде ANSYS

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие из перечисленных задач можно решать в среде ELCUT?

Ответы:

- А) трёхмерные анизотропные электромагнитные, тепловые и механические **задачи**;
Б) двумерные и осесимметричные электромагнитные, тепловые и механические **задачи**;
В) двумерные и осесимметричные задачи газовой динамики

Верный ответ: Б)

2. Алгоритмической основой CAE-пакета ANSYS является:

Ответы:

- а) метод конечных элементов (МКЭ);
б) метод конечных разностей;
в) метод Монте-Карло

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "5" ставится, если семестровая оценка не ниже 4,5

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "4" ставится, если семестровая оценка от 3,5 до 4,4

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "3" ставится, если семестровая оценка от 2,5 до 3,4

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»